

# „Just in Time“ durch Ethernet vernetzte dezentrale Steuerungstechnik



Bei bei Ford Europe im belgischen Werk Genk wird der neue Ford Mondeo produziert. Täglich laufen dort über 1.650 Fahrzeuge in drei Schichten auftrags- und ausstattungsabhängig vom Band. Ein Fast Ethernet Backbone mit 100 MBaud im Fullduplex Betrieb verbindet 130 Busklemmen Controller des Typs BC9000 von Beckhoff. Diese kontrollieren ein als Tunnel bezeichnetes komplexes Transportsystem, das die taktsynchrone Bereitstellung von Baugruppen und Systemen von vier Zulieferern übernimmt. Rund 7 Mio. Euro investierten die Tunnel-Eigner allein in Hardware, Software und Netzwerktechnik.

## Ethernet bis zum Ende des Tunnels

Im „Suppliers Park“ in unmittelbarer Werksnähe hat Ford wichtige Zulieferer von Systembaugruppen angesiedelt. Diese liefern „Just-in-Time“ und „Just-in-Sequence“ die Produkte und Baugruppen in das Montagewerk, das sich in den C-Hallen des Werksgeländes befindet. Die Anlieferung erfolgt über ein als Tunnel bezeichnetes Transportsystem, das als hochgebautes Viadukt vom Zuliefererpark in das Werksgelände bis hin zu den Montagestationen reicht. Dieses knapp 1 km lange Transportsystem enthält etwa 7 km Förderstrecke. Jeweils zwei Hauptwege führen ins Werk hinein bis unmittelbar zu den Übergabestationen am Montage-

band. Zwei weitere Hauptwege führen von dort aus wieder retour aus dem Werk heraus. Rund 30 Mio. Euro wurden für das komplette System investiert, davon etwa 7 Mio. Euro in die komplexe Automatisierungstechnik. Eigentümer ist bezeichnenderweise nicht Ford, sondern die Gesellschaft ASG (Automotive Service Genk), an der auch die Firma GTI Electro Thijs aus Genk beteiligt ist. GTI ist für die komplette elektrotechnische Ausrüstung des Projektes verantwortlich und wird dabei von der Firma MULTIPROX, dem exklusiven Vertreter von Beckhoff in Belgien, unterstützt. Die ASG gründete wiederum gemeinsam mit den Ausrüsterfirmen Eisenmann aus Böblingen und LRM (Limburgse Reconvertie Maatschap-

Über das überirdische Transportsystem mit 7 km Förderstrecke sind die Zulieferer SML, Lear, Textron und TDS Essers direkt mit den Produktionshallen des Ford Mondeo angebunden.



pij) die Betreibergesellschaft CSG (Conveyor Services Genk). Bezahlt wird der Fördertunnel übrigens pro fertiggestelltes Automobil, womit sicher gestellt wird, dass Betreiber und Zulieferer an einer „reibunglosen“ Übergabe der durch Ford angeforderten Produkte und Systeme enorm interessiert sind.

Die Entscheidung für den Bau des Tunnels fiel im Jahre 1999. „Ford will die Zulieferer näher am Produktionsstandort haben“, so begründet Projektleiter Ivan Guilliams von der Firma GTI Electro Thijs das Tunnel-Projekt. Die Projektierungsarbeiten für den Tunnel begannen im Oktober 1999, die ersten Baumaßnahmen wurden bereits im Dezember in Angriff genommen. Parallel wurde die Ausrüstung geplant und mit deren Fertigung begonnen, d. h. die Fördertechnik, die vom Böblinger Unternehmen Eisenmann geliefert wurde. Bereits Ende April 2000 begannen die Inbetriebnahmearbeiten, und am 15. August des vergangenen Jahres erfolgte der Beginn der Probeläufe mit jeweils 8-stündiger Betriebsdauer. Anfang September, etwa eine Woche vor dem offiziellen Produktionsanlauf, erfolgte ein 100 Stunden dauernder ununterbrochener Betrieb der Förderanlage. Seitdem wird die Mondeo-Produktion von Ford kontinuierlich hochgefahren, demzufolge steigt auch die Transportleistung stetig, und somit wachsen die Anforderungen hinsichtlich einer „Just-in-Time“ und „Just-in-Sequence“ konformen Anlieferung der benötigten Teile und Systembaugruppen. Das Steuerungsprogramm der Förderanlage wird deshalb ständig optimiert.

Der Automobilhersteller Ford verbindet mit der Ansiedlung der Zulieferer in unmittelbarer Werksnähe und der fördertechnischen Kopplung der Zulieferer-Endmontage mit der eigenen Mondeo-Montagelinie in der Halle C die Erwartung, dass

- | alle benötigten Teile und Systembaugruppen taktgenau übergeben werden,
- | die Zulieferung auftragsgesteuert und somit abhängig von der spezifischen Ausstattungsvariante erfolgt,
- | in der Lieferkette keine Zwischenlagerung erforderlich ist,
- | keine Transportverpackung anfällt,
- | keine Beschädigung durch oder während des Transports erfolgt.

Hierzu eignet sich die fördertechnische Kopplung der Zulieferer-Endmontagehallen mit der Montagehalle des Automobilherstellers besonders, ein Konzept, das Ford bereits zuvor am Standort Saarlouis realisiert hat.

Angebunden werden die Zulieferer SML (komplette Antriebsaggregate), Lear (Autositze), Textron (Armaturenbrett und Tanksysteme) und TDS Essers (Auspuffanlagen, Kabelbäume, etc.). Jeder der vier Zulieferer wird über eine eigene Hebestation an das Transportsystem angekoppelt. In der Regel werden über die komplexen Hebestationen die in speziellen Carriern (Fahrzeuge oder Transportgestelle) bereit gestellten Baugruppen oder Systeme nach Transportanforderung und Überprüfung der bereitgestellten Teile von der Station in der Halle des jeweiligen Zulieferers nach oben gehoben und in das Tunnel-Fördersystem eingekoppelt. Dieser Vorgang wird über entsprechende Hebestationen und Weichen durchgeführt. Auf umgekehrte Weise gelangen die Carrier wieder zurück in die Halle der Zulieferer, d. h. vor der Aufnahme eines bestückten Carriers wird der unbestückte Carrier nach dem Absenken des Hebers in das Transportsystem des Zulieferers eingeschleust. Jeder „entleerte“ Carrier kann übrigens in einer speziellen Station individuell überprüft bzw. gewartet werden.

Das Transportsystem besteht im wesentlichen aus einer insgesamt rund 7 km langen Elektrohängebahn (EHB) mit 110 Weichen und insgesamt 35 Hebestationen. Die EHB transportiert 450 Transportgestelle, in denen im Dreischichtbetrieb etwa 45.000 Teile den Weg zu den Einbauplätzen am Mondeo-Montageband nehmen.



GTI Electro Thijs aus Genk ist für die komplette elektrotechnische Ausrüstung des „Conveyor Suppliers Park“ verantwortlich. Unterstützt werden sie dabei von MULTIPROX, der exklusiven Beckhoff Vertretung in Belgien.

GTI in Belgien besteht aus 4 Firmen, gruppiert in der GTI Holding Belgium nv, einem Unternehmensbereich der GTI-Holding.

Mit einem Umsatz von über 160 Mio. Euro und 1.200 Mitarbeitern, ist GTI in Belgien einer der größten Lieferanten im technischen Service-Markt. Dieser technische Service umfasst Entwicklung, Projektierung und Installation sowie die Wartung und Steuerung aller technischen Bereiche.



<http://www.gti-group.be>

MULTIPROX ist die belgische Tochter der TURCK GmbH, eine der führenden Unternehmensgruppen auf dem Gebiet der Industrieautomation. Ursprünglich spezialisiert auf Sensoren bietet Multiprox heute Lösungen für das gesamte Aufgabenspektrum:

- | Sensorik für die Peripherie
- | prozessorgesteuerte Schalt- und Überwachungsgeräte in anwenderfreundlichen Bauformen,
- | Systemtechnik für Feldbusse.

Hinsichtlich der Feldbustechnologie wurde mit der Aufnahme von Beckhoff in der Produktpalette einen wichtigen Schritt gemacht. Die kompletten Systemlösungen, die Beckhoff mit den feldbusunabhängigen Busklemmen und TwinCAT anbietet, ermöglichten einen Durchbruch bei den größeren Anlagen- und Maschinenbauern.



<http://www.multiprox.be>



Die Taktzeit des Mondeo-Montagebandes beträgt 45 Sekunden. Demzufolge müssen alle 45 Sekunden die speziell pro Kundenauftrag benötigten Ausstattungsvarianten am Einbauplatz sein. Mit dem Abruf der Karosse ins Mondeo-Montageband werden über ein Netzwerk vom Logistik-Rechner den Zulieferern die Auftragsdaten sprich Leistungs- und Ausstattungsvarianten mitgeteilt. Exakt 78 Minuten später müssen die angeforderten Teile, Systeme und Baugruppen am Montageband sein. Die Zulieferer haben somit etwa 34 Minuten Zeit für das finale Assembling und wenige Minuten für die Überprüfung und das Bereitstellen der angeforderten Teile. Maximal 24 Minuten dauert der Transport, und etwa 6 Minuten beträgt die eingeplante Pufferzeit. Somit verbleibt ein sehr enger „Fahrplan“, der extrem hohe Systemanforderungen an das Gesamtkonzept des Transportsystems stellt.

## Modularität von der EHB bis zur Steuerungstechnik

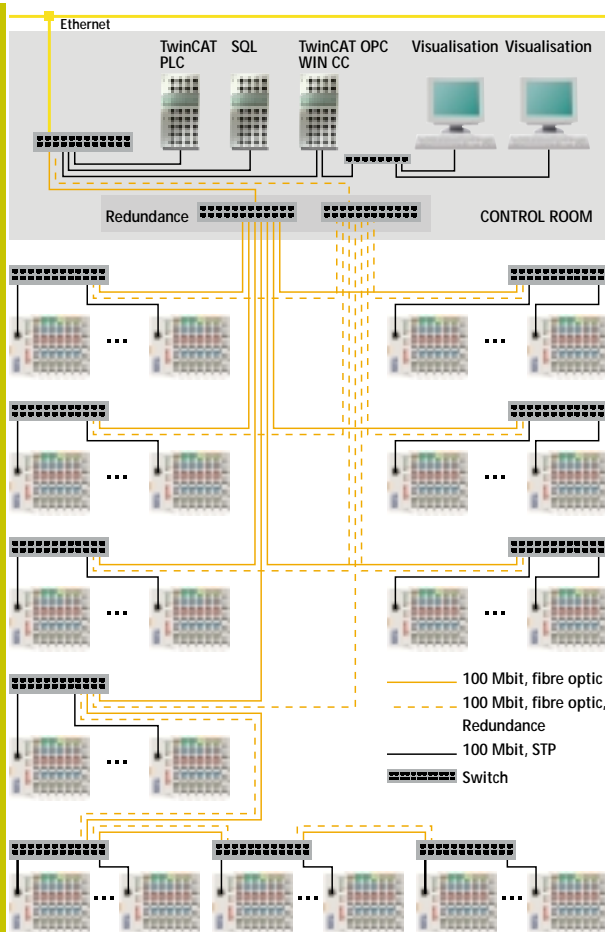
Bei der Anlagenprojektierung wurde ein modulares Konzept des Transportsystems vorgesehen. Während diese Modularität aus maschinenbaulicher Sicht durch die Hebestationen (Übernahme und Übergabe) sowie die Weichen vorgegeben ist, stand in der Frage der Steuerungstechnik eine dezentrale I/O-Steuerung mit zentraler Intelligenz oder eine Steuerung mittels dezentraler Intelligenz zur Disposition. Die Planer von GTI Electro Thijs führten diesbezügliche Systemvergleiche durch und entschieden sich für eine Lösung mit dezentraler Intelligenz. Projektleiter Ivan Guilliams begründet die Entscheidung folgendermaßen: „Die Modularität bringt insgesamt große Vorteile, denn sie ermöglicht uns einerseits eine Inbetriebnahme von jeweils autonomen Anlagenbereichen und führt darüber hinaus zu mehr Betriebssicherheit, weil eine Störung in einem Anlagenbereich nicht gleichzeitig das gesamte Fördersystem beeinträchtigt“. Auch in der Umsetzung der dezentralen intelligenten Steuerungskonzeption sind handfeste Vorteile gegeben. Bart Claes von GTI Electro Thijs, zuständiger Projektgenieur für die Realisierung von Soft- und Hardware, nennt diesbezüglich die Übersichtlichkeit der jeweiligen Teillösungen und den Mehrfachnutzen der Softwarelösungen. „Bei 110 zu steuernden Weichen und 35 Hebestationen gibt es sehr viele Gemeinsamkeiten in den lokalen Steuerungen, so dass sich diese leicht modifizieren und in ihrer Gesamtheit leicht pflegen lassen“, argumentiert Claes.

Mit der grundlegenden Systementscheidung für die dezentrale Intelligenz wurde auch die Frage der Systemkopplung geklärt, wobei die Entscheidung für eine Vernetzung mit Ethernet TCP/IP fiel. „Es sind sehr viele logistische Daten zu kommunizieren und weniger I/O-Daten“, erläutert Bart Claes. Daher galt es, eine vom Prinzip her leistungsfähige Kommunikation der dezentralen Steuerungen mit entsprechender Kapazität zu implementieren. Zusätzlich musste man sich für das geeignete Steuerungskonzept entscheiden. In dieser Frage erhielten die Busklemmen Controller des Typs BC9000 mit integrierter Ethernet-Schnittstelle von Beckhoff als dezentrale Steuerungslösungen sowie die Software-SPS TwinCAT als Kopfsteuerung und Bindeglied zum Visualisierungssystem WinCC den Zuschlag. „Wir haben uns für die technisch überzeugendste Lösung entschieden“, sagte Claes mit dem Hinweis, dass für die BC9000 die integrierte Ethernet-Schnittstelle und das umfangreiche Busklemmen-Programm, wie z. B. die Busklemmen mit seriellen Schnittstellen für die Kopplung von Identträger-Lesestationen, und die Programmierung nach IEC 61131-3 den Ausschlag gaben.

## Ethernet ist die Seele, aber nicht das Rückgrat

Im gesamten Tunnel-Projekt sind 130 Busklemmen Controller BC9000 im Einsatz. Die Vernetzung der Steuerung erfolgt mit Fast-Ethernet TCP/IP (100 Mbaud). Die Ethernet-Verbindung der Switches ist als redundanter Ring realisiert. Auf diese Weise kann bei einem Defekt auf einer der LWL-Strecken zwischen den insgesamt 11 Fast-Ethernet Switches (Cisco Systems) der „abgeklemmte“ Switch immer über die entgegengesetzte Strecke erreicht werden. Die Verbindung zwischen den „managed“ Switches erfolgt im Fullduplex-Betrieb, so dass das Netz nahezu echtzeitfähig arbeitet. Von den jeweils 24 Ports je Switch erfolgt die Kopplung zu den BC9000 sternförmig mittels geschirmter Kabelverbindung, zunächst zu einer Steckdose im Schaltschrank und von dieser per Patch-Kabel zum RJ45-Steckverbinder der BC9000.

Steuerungstechnisch arbeitet jede der angeschlossenen Mini-PLCs autonom, d. h. es werden keine für das jeweilige Ablaufprogramm relevanten I/O-Daten über das Ethernet kommuniziert, sondern nur die auftragspezifischen Daten der zu transportierenden Bauteile. Sollte die Ethernet-Verbindung trotz redundanter Ausführung ausfallen, können bis zu 500 Auftragsdatensätze in einem BC9000 gespei-



Über eine redundante Ethernet-Vernetzung sind 130 Busklemmen Controller BC9000 mit der PC-basierten Steuerung verbunden.



Projektleiter Ivan Guilliams und der Projektingenieur Bart Claes von GTI Electro Thijs

chert werden. Erst danach würden weitere Daten verloren gehen. Wichtig ist jedoch, dass durch einen Ausfall des Ethernet nicht die gesamte fördertechnische Anlage abgeschaltet würde.

### Busklemmen Controller übernehmen als Mini-SPS dezentrale Steuerungsaufgaben

Die Busklemmen Controller BC9000 sind Buskoppler mit integrierter SPS-Funktionalität und Ethernet-Anschluss. Der BC9000 Controller wird im Tunnel-Projekt als dezentrale Intelligenz im Ethernet-Netzwerk in der Funktion eines intelligenten Slaves eingesetzt. Angeschlossen werden bis zu 64 der 2- und 4-kanaligen Busklemmen für digitale, analoge und Sondersignale wie serielle Schnittstellen, Encoder oder Zählfunktionen. Die Programmierung der Mini-SPS erfolgt mit der Programmierumgebung von TwinCAT nach IEC 61131-3. Zum Laden des SPS-Programmes wird die Konfigurations-/Programmierschnittstelle auf dem BC9000 genutzt. Alternativ kann, so wie bei der Anwendung in Genk, das SPS-Programm auch über das Ethernet-Netzwerk durch die Software-SPS TwinCAT geladen werden.

Wahlweise kann grundsätzlich jede Busklemme mit der Konfigurationssoftware KS2000 so konfiguriert werden, dass sie die Daten direkt über den Feldbus mit einem übergeordneten Automatisierungsgerät – in der beschriebenen Anwendung mit der TwinCAT SPS – austauscht. Ebenfalls können vom Busklemmen Controller vorverarbeitete Daten mit der übergeordneten Steuerung über den Feldbus ausgetauscht werden.

In der Hochlaufphase wickelt die Software-SPS TwinCAT über Funktionsbausteine (FB) für das gesamte Transportsystem die Konfigurierung des Ethernet-Netzes für die dezentrale Steuerungstechnik ab. Die TwinCAT SPS kann bei Bedarf die dezentral erstellten Konfigurationsdaten hochladen, um sie zentral zu verwalten und zu speichern. Durch den Austausch einer Busklemme wird damit keine Neueinstellung notwendig. Die TwinCAT Software-SPS führt die gewünschte Einstellung nach dem Einschalten automatisch durch. Für die Bearbeitung des ca. 1 MB großen SPS-Programmes braucht TwinCAT auf dem zentralen PC (Pentium III, 500 MHz) nur 1,3 ms zur Bearbeitung. Das sind 17 % der CPU-Kapazität beim Einsatz von Windows NT.

### Steuerungstechnische Sicherheit durch schnelle Bearbeitungszyklen

Jede der 130 dezentralen BC9000, die im Tunnel-Transportsystem eingesetzt sind, ist autonom. Die Mini-PLCs verfügen in der Regel über 40 bis 50 I/O-Anschlüsse, bei Weichen bzw. bei Hebestationen sind es über 80 I/Os. Ferner ist nahezu an jedem BC9000 eine Lesestation des Identträgersystems über eine Busklemme mit serieller Schnittstelle angeschlossen, bei den Hebestationen sind es zwei angeschlossene Lesestationen. Teilweise verfügen die Steuerungen über eine angeschlossene Textanzeige, die über den jeweiligen Status der Anwendung bzw. der Station informieren.

Jeder Carrier enthält einen Identifikationsträger, der die Auftrags- und Zieldaten speichert. Letztendlich bestimmen diese gespeicherten Daten den Weg des Carriers durch die insgesamt 110 Weichen bis zur Übergabestation im Ford-Montagewerk. Steuerungstechnisch bedeutet dieses, dass die aus dem Identträger ausgelesenen Daten wichtig sind für die Ansteuerung der Weichen und somit für den Fahrweg. Bei etwa gleichzeitig ankommenden Carriern entscheidet das FIFO-Prinzip, wer den Vorrang bei der Weichenstellung erhält. Somit gibt es keine Prioritäten innerhalb der Steuerungsprogramme.

Obwohl die Aufgabenstellungen für die BC9000 verhältnismäßig komplex sind, gibt es keine Probleme mit der Zykluszeit. Folgende Werte wurden für die Zykluszeit inklusive der Schnittstellenabarbeitung registriert:

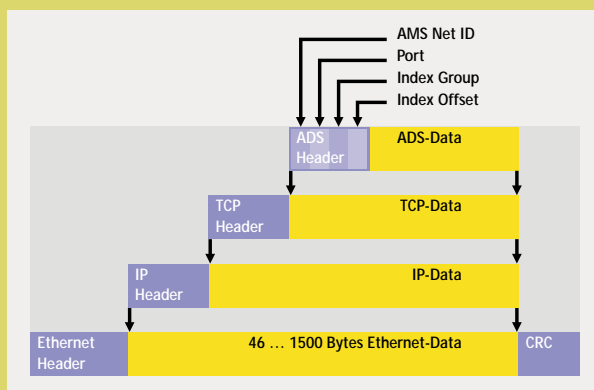
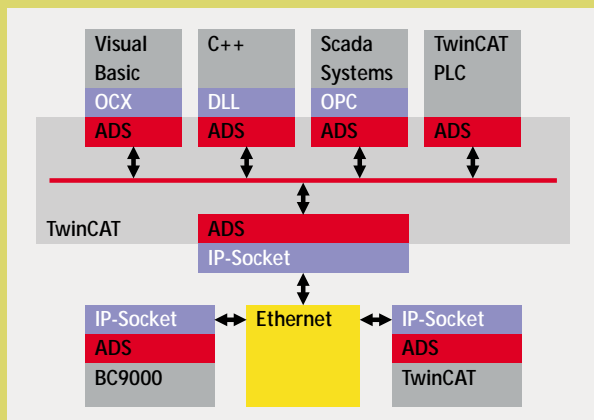
- | 5 ms bei BC9000 ohne angeschlossene Lesestation,
- | 8 ms bei einer angeschlossenen Lesestation,
- | 10 ms bei BC9000, mit zwei zu steuernden Weichen,
- | 20 ms bei BC9000 für eine Hebestation mit über 80 I/Os (inklusive zwei serieller Schnittstellen).

Da die dezentralen Steuerungen jeweils gleichzeitig und somit quasi parallel arbeiten, ist anders als bei einer Steuerungslösung mit zentraler Intelligenz die Zykluszeit keine „Achillesferse“ des Gesamtprojektes.



Weitere Infos zum Thema:

Ethernet Controller BC9000: [www.beckhoff.com/ethernet/](http://www.beckhoff.com/ethernet/)



## Die Ethernet-Lösung mit dem Busklemmen Controller

Im Tunnelprojekt bei Ford in Genk kommunizieren alle über das Ethernet-Netzwerk mit der zentralen PC-Steuerung verbundener Busklemmen Controller über die Systemkommunikation TwinCAT ADS

(Automation Device Specification) miteinander. Das ADS Protokoll wird auf das TCP/IP oder UDP/IP Protokoll aufgesetzt. Es ermöglicht dem Benutzer, innerhalb der Beckhoff Welt über nahezu beliebige Verbindungswege mit allen angeschlossenen Geräten zu kommunizieren und diese zu parametrieren. Der ADS-Verbindungsmechanismus besteht aus vier Funktionsgruppen:

- | Die AMSNetID beschreibt das anzusprechende Gerät,
- | der Port beschreibt einen Teilbereich des Gerätes, zum Beispiel die Prozessdaten, Register u.s.w.,
- | die Index Group ist eine 4 Byte große Variable, die im Port auf Daten zugreift,

der Offset ist wie die Index Group auch eine 4 Byte Variable, die angibt, ab welchem Variablen Offset gelesen bzw. geschrieben werden soll.

Die Software SPS/NC TwinCAT stellt Treiber und das ADS-Protokoll zur Verfügung. Um eine Verbindung mit dem Ethernet Buskoppler BC9000 aufzunehmen, muss TwinCAT inklusive der ADS-Treiber installiert werden. Die Hardwareanbindung der Busklemmen Controller erfolgt wie bei „klassischen“ Feldbusgeräten über den System Manager von TwinCAT. Die ADS-Funktionen bieten die Möglichkeit, direkt auf Informationen des Busklemmen Controllers zuzugreifen. Dafür können ADS Funktionsbausteine im TwinCAT PLC Control verwendet werden. Die Kopplung von Scada-Systemen mit TwinCAT erfolgt über das ADS-OCX, ADS-DLL oder OPC.

### Ethernet TCP/IP Buskoppler BK9000

- | Protokolle TwinCAT ADS, Modbus TCP (weitere in Vorbereitung)
- | Digitale Peripheriesignale 256 I/Os, Analoge Peripheriesignale 128 I/Os
- | automatische Erkennung der Übertragungsrate (10/100 Mbaud)
- | Busanschluss über Ethernet Standard RJ45

### Ethernet TCP/IP Busklemmen Controller BC9000

- | aufbauend auf den Buskoppler BK9000 enthält der BC9000 integrierte SPS-Funktionalitäten
- | Programmierbar mit TwinCAT nach IEC 61131-3 über die Programmierschnittstelle oder via Ethernet
- | Programm-/Datenspeicher 96/128 kByte, remanente Merker 4080 Byte
- | SPS-Zykluszeit ca. 1,5 ms bei 1.000 Befehlen
- | Statusmeldungen via Email über Funktionsbausteine (SMTP)
- | IEC-Bibliothek für eigene Protokollimplementierung

Als einer der Pioniere im Bereich PC-based Control setzt Beckhoff schon lange auf die offenen Schnittstellen der IT-Welt und damit auch auf Ethernet als das am weitesten verbreitete IT-Netzwerk. TCP/IP Prinzipien standen Pate für ADS, die von Beckhoff entwickelte Automation Device Specification. Die ADS Routing Funktionalität ermöglicht die Kommunikation über beliebige Verbindungswege – zwischen Tasks und Software-Modulen innerhalb einer TwinCAT Steuerung, zwischen PCs über Ethernet, sogar über die wichtigsten Feldbusse direkt zu den dezentralen Automatisierungsgeräten. So können am Feldbus angeschlossene Busklemmen Controller online über den Bus und weiter über ein Ethernet Netzwerk programmiert und auch debuggt werden.

Seit etwa 2 Jahren wird Ethernet nun auch als Feldbus-Ersatz bis hinunter zur Sensor-Aktor-Ebene diskutiert. Hierbei haben sich verschiedene Gruppierungen und Konsortien mit ihren „Ethernet-Geschmacksrichtungen“ hervorgetan. Auf die wichtigsten Ansätze soll in dieser Übersicht kurz eingegangen werden:

### Profinet

Bei Profinet handelt es sich um die Antwort der Profibus Nutzer Organisation (PNO) auf den „Ethernet-Hype“. Im Vordergrund steht hierbei das Beibehalten von Profibus als Feldbus der unteren Ebene (Geräte- oder Sensor-Aktor-Ebene), während Ethernet als überlagertes Kommunikationsmittel genutzt wird. Profinet definiert Gateways zwischen Ethernet und Profibus, die Anfragen per Ethernet Remote Procedure Calls auf die zyklischen Prozessdaten-Dienste (DPV0, eventuell später auch auf azyklische Profibus DPV1 Dienste)

# Ethernet Geschmacksrichtungen – eine Übersicht

übersetzen. Von einem beliebigen lokalen Ethernet Teilnehmer aus können Profibus Knoten angesprochen werden – diese müssen kein Ethernet Protokoll beherrschen, da sie nur über Profibus Dienste kommunizieren. Profinet ist also (bislang) kein „Profibus auf Ethernet“, sondern eher eine definierte Ethernet-Schnittstelle zu einem herkömmlichen Profibus Netzwerk. Die Remote Procedure Calls (RPC) nutzen hierbei TCP/IP. Als Schnittstelle auf dem RPC Client dient hierbei DCOM, das allerdings von Microsoft nicht weiterentwickelt werden wird, da es nicht vollständig Internet kompatibel ist (z. B. Firewall Durchlässigkeit).

In der PNO hat mittlerweile auch die Arbeit an einem eigenen Protokoll begonnen, mit dem dann Feldgeräte direkt über Ethernet kommunizieren sollen (also ohne Profibus).

## Ethernet/IP

Mit diesem Ansatz wäre man dann in direktem Wettbewerb zur Open Device-Net Vendor Association (ODVA) und zu ControlNet International (CI), die mit Ethernet/IP tatsächlich die Feldbus-Physik von DeviceNet bzw. ControlNet durch Ethernet ersetzen. IP steht hier nicht für „Internet Protocol“ (wie in TCP/IP), sondern für „Industrial Protocol“. Auch hier geht es um Investitionsschutz – während die PNO jedoch den gesamten Profibus „schützt“, rettet Ethernet/IP die gemeinsamen höheren Protokollschichten von DeviceNet und ControlNet in die schöne neue Ethernet Welt. Control and Information Protocol (CIP) heißt dieser gemeinsame Nenner, und er umfasst das gesamte Objektmodell und damit auch die Geräteprofile von DeviceNet und ControlNet. Ethernet/IP bildet die CIP Dienste auf TCP/IP und UDP/IP ab, wobei die zyklischen Parameterdienste (Explicit

Messaging) auf das verbindungsorientierte TCP/IP und die Prozessdaten (I/O Messaging) auf das schnellere, weil verbindungslose UDP/IP aufsetzen. Da das Objektmodell und die Protokollprinzipien bei Ethernet/IP, DeviceNet und ControlNet weitgehend identisch sind, lassen sich vergleichsweise einfache Router zwischen den Busvarianten einsetzen – diese sind weniger aufwendig als Profinet Gateways. Die Grundzüge der Ethernet/IP Spezifikation sind bereits seit 2 Jahren Teil der ControlNet Spezifikation. Seit April 2001 kann komplette Spezifikation kostenlos von der ODVA Homepage geladen werden. Dort steht auch ein Beispiel-Source-Code für Slave Geräte zur Verfügung.

## IDA

das „Interface for Distributed Automation“ wird von einem Firmenkonsortium entwickelt, das auf Initiative der Kuka GmbH entstand. Dahinter steht die Vision, einen umfassenden Standard für Ethernet-basierte Automatisierungstechnik zu schaffen. Seit kurzem befindet sich mit der IDA Group e.V. auch eine eigene Nutzerorganisation im Aufbau. Man hat sich ehrgeizige Ziele gesetzt. So soll der IDA Protokollansatz echtzeitfähig sein und z. B. hochgenaue Antriebssynchronisation über Ethernet erlauben, die Geräte-Parametrierung über Web-Server standardisieren, Maschinensicherheit über Ethernet realisieren und Plug and Play Mechanismen für Feldgeräte bereitstellen. IDA nutzt dabei mit der NDDS-Middleware ein Software-Produkt, das ähnlich wie Ethernet/IP die Protokolldienste TCP/IP für Parameter- und UDP/IP nach dem Publisher/Subscriber Prinzip für Prozessdaten-kommunikation nutzt. Auch die IDA-Group plant, die Spezifikation und Source Code kostenlos bereitzustellen. Eine erste Version der Spec soll zur Hannover Messe veröffentlicht werden.



Martin Rostan, Produkt-Manager Feldbus-System bei Beckhoff.

## ModbusTCP

dürfte nach wie vor das am weitesten verbreitete Ethernet-Automatisierungsprotokoll sein – es ist eben sehr einfach zu implementieren. Das altbekannte serielle Modbus Protokoll wurde in TCP/IP Segmente verpackt. ModbusTCP arbeitet nach dem Master/Slave Prinzip: der Master sendet seine Anfrage an den Slave und kann hierbei Ausgangsdaten mitschicken. Der Slave antwortet mit seinen Eingangsdaten. Das Polling-Verfahren ist überschaubar und nutzt die Verbindungsüberwachung von TCP/IP. Nur wenige Dienste sind erforderlich, und für viele Applikationen genügt die erreichbare Performance vollauf. Im Internet und von Beckhoff sind einfache Beispielprogramme erhältlich – ein ModbusTCP Master kann recht schnell auf ein TCP Socket-Interface aufgesetzt werden.

## IAONA

Ethernet als Automatisierungs-Standard zu etablieren ist das Ziel der Industrial Automation Open Networking Alliance (IAONA). Zunächst als IAONA USA gegründet, wurde IAONA Europe Ende 1999 ins Leben gerufen – und ist mit ca. 130 Mitgliedern heute der weit aktivere Verband. Nach dem erfolglosen Versuch, das IDA-Konzept zum alleinigen Protokoll der IAONA auszurufen und IAONA mit dem IDA-Konsortium zu verschmelzen, besann man sich auf einen offeneren und globaleren Ansatz: Die IAONA versteht sich nun als neutrale Dachorganisation für Industrial Ether-

net. Die neue Rolle der IAONA trägt der Tatsache Rechnung, dass es mittlerweile mehrere bedeutende, aber inkompatible Protokoll-Lösungen für Industrial Ethernet gibt. IAONA bemüht sich nun, ein weiteres Auseinanderdriften der De Facto Standards zu vermeiden. Im November 2000 wurde ein Memorandum of Understanding zwischen IAONA Europe, IAONA US, der IDA Group und der ODVA unterzeichnet, in dem sich ODVA und IDA bereit erklären, künftige Entwicklungsschritte unter dem Dach der IAONA miteinander abzustimmen. So sollen z. B. gemeinsame Richtlinien für Verkabelung, Nachrichtenprioritäten, Web-Server-Nutzung, Plug-and-Play Mechanismen und Sicherheitsaspekte erarbeitet werden. Weitere Interessengruppen sind zur Mitarbeit eingeladen.

Die IAONA hat ihre Struktur den veränderten Gegebenheiten angepasst und ein technisches Lenkungsgremium (Technical Steering Committee, TSC) eingeführt, das gemeinsame Arbeitsgruppen einsetzt und deren Arbeit lenkt und koordiniert. Beckhoff wurde als Vertreter der Europäischen IAONA Mitglieder in das TSC gewählt.

## Beckhoff und Ethernet

Wie eingangs erwähnt, setzt Beckhoff schon seit Jahren konsequent Ethernet zur Vernetzung von Steuerungen ein. Mit dem Buskoppler BK9000 und dem programmierbaren Busklemmen Controller BC9000 kann das komplette Busklemmen-Programm auch direkt an Ethernet angeschlossen werden. Als Protokolle dieser dezentralen Ethernet I/O-Stationen stehen aktuell sowohl ADS auf TCP/IP oder UDP/IP als auch ModbusTCP zur Verfügung – die modulare Struktur des Ethernet Protokoll-Stacks erlaubt die Integration mehrerer Varianten in einer Firmware (und auf einer Hardware). Entsprechend ihrer Marktbedeutung werden weitere Protokollvarianten folgen: Beckhoff Ethernet I/O Geräte beherrschen alle relevanten Ethernet Geschmacksrichtungen!